

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-259305

(43) 公開日 平成4年(1992)9月14日

(51) Int.Cl.⁸

B 2 2 F 7/00

識別記号

庁内整理番号

Z 7803-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数20(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-215552

(22) 出願日 平成3年(1991)8月27日

(31) 優先権主張番号 5 7 3 6 0 9

(32) 優先日 1990年8月27日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 391028395

ザ スタンダード オイル カンパニー
THE STANDARD OIL CO
MPANY

アメリカ合衆国 オハイオ州 44114-
2375 クリーヴランド パブリック スク
エアー 200

(72) 発明者 エドワード シー スーバン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
91311 チャーツワース デ ソート ア
ベニュー 10141 アpartment 120

(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高熱伝導性金属複合材

(57) 【要約】

【構成】 約1~50 μ m の範囲内の粒径をもつダイヤモンド粒子5~80容量%及び熱伝導性金属を含む金属マトリックスを含む熱伝導性ダイヤモンド金属複合材料、その製法、及びそれを表面上に有する電子装置。

【効果】 この複合材料は熱伝導率が高く、電子装置の熱伝導性の改良に有用である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属マトリックス及びダイヤモンド粒子を含み、前記ダイヤモンド粒子が前記金属マトリックスに対する補強材を構成し、約1～50 μm の範囲内の粒径をもつ高熱伝導性複合材料。

【請求項2】 ダイヤモンド粒子が複合材の約5～80容量%を構成する、請求項1に記載の複合材料。

【請求項3】 ダイヤモンド粒子が約10～30 μm である、請求項1に記載の複合材料。

【請求項4】 ダイヤモンド粒子が約1～10 μm である、請求項1に記載の複合材料。

【請求項5】 金属マトリックスがアルミニウムを含む、請求項1に記載の複合材料。

【請求項6】 金属マトリックスがマグネシウムを含む、請求項1に記載の複合材料。

【請求項7】 金属マトリックスが銅を含む、請求項1に記載の複合材料。

【請求項8】 金属マトリックスが銀を含む、請求項1に記載の複合材料。

【請求項9】 金属マトリックスがAl、Ag、Cu、Mg又はそれらの合金からなる群から選ばれる、請求項1に記載の複合材料。

【請求項10】 1～50 μm の粒径をもつダイヤモンド粒子5～80容量%を金属粉末と混合して粉末混合物を形成し、前記混合物を圧力下に高温に加熱して前記粉末を圧密して複合体を形成することを含む高熱伝導性ダイヤモンド/金属複合体構造体を形成する方法。

【請求項11】 さらに、混合物を、圧力下に金属マトリックスが融解し、それにより前記金属マトリックスをダイヤモンド粒子の間の空けきを満たさせるに足る温度に加熱し、次いで温度を下げて前記金属マトリックスを前記ダイヤモンド粒子の周囲に凝固させることを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】 金属マトリックス及び約1～50 μm の範囲内の粒径をもつダイヤモンド粒子を含む、熱伝導性複合体を少なくとも1表面上に有する電子装置。

【請求項13】 複合体が5～80容量%のダイヤモンド粒子を含む、請求項12に記載の装置。

【請求項14】 ダイヤモンド粒子が1～40 μm の粒径範囲をもつ、請求項13に記載の装置。

【請求項15】 ダイヤモンド粒子が10～30 μm の粒径範囲をもつ、請求項14に記載の装置。

【請求項16】 金属マトリックスがAl、Mg、Cu、Ag又はそれらの合金からなる群から選ばれる、請求項15に記載の装置。

【請求項17】 金属マトリックスがAlを含む、請求項15に記載の装置。

【請求項18】 金属マトリックスがMgを含む、請求項15に記載の装置。

【請求項19】 金属マトリックスがCuを含む、請求項

15に記載の装置。

【請求項20】 金属マトリックスがAgを含む、請求項15に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】本発明は金属マトリックス及びダイヤモンド粒子を含む高熱伝導性複合材料に関する。詳しくは本発明は金属マトリックスに対するダイヤモンド粒子補強材が1～50 μm の粒径をもつエレクトロニックヒートシンクとして有用な高熱伝導性複合材料を指向する。

【0002】本発明の複合材は、主設計目的が固体部材による熱の除去である電子装置に対するサーマルパス及びヒートシンクに使用できる。他の用途は電子装置の、殊に高能力半導体及び他の最新電子装置に備えられるような低熱膨張率(CTE)/高熱伝達係数、処理及び包装用途と組合せた任意の型の熱源の熱管理にある。欧州特許出願第0,284,150号にはダイヤモンドの少なくとも1表面を金属化し、金属化したダイヤモンドをベース層に結合することを含むダイヤモンドヒートシンクの製法が開示されている。ダイヤモンド複合材料はまた研磨材としての使用が知られている。研磨材に使用される金属複合体の形成に使用されるダイヤモンド粒子は本発明の目的にとって大きすぎ、不適当な粒径をもつ。ダイヤモンド複合体研磨材料の例には米国特許第3,912,500号;第4,362,535号;第4,373,934号及び第4,439,237号が参照される。

【0003】

【発明の概要】本発明の主目的は高熱伝導率を有する複合材料を提供することである。本発明の他の目的は電子装置から熱を移すヒートシンクとして使用できる高熱伝導複合材料を提供することである。本発明の他の目的、利点及び新規教示は一部は次の記載中に示され、一部は以下の調査で当業者に明らかになり、又は本発明の実施により知られることができる。本発明の目的及び利点は特許請求の範囲中に詳しく示される組合せにおける手段により実現され、得られることができる。

【0004】具体化され、広く記載された本発明の目的のもとで、また目的により前記を達成するため、本発明の高熱伝導性複合材料は、ダイヤモンド粒子が金属マトリックスに対する補強材を構成し、約1～50 μm の範囲内の粒径をもつダイヤモンド粒子を含む金属マトリックス複合体を含む。本発明の他の観点において、金属マトリックス及び約1～50 μm の範囲内の粒径をもつダイヤモンド粒子を含む強化複合材料を含む熱伝導性ベース層を電子装置の少なくとも1表面上に結合することを含む電気装置の熱伝導性を改良する方法が開示される。

【0005】本発明の他の観点において、本発明の熱伝導性複合体を製造する方法は約1～50 μm の範囲内の大きさをもつダイヤモンド粒子5～約80容量%を金属マトリックス粉末と混合して粉末混合物を形成し、粉末

混合物を圧力下に高温に加熱して粉末を複合体に圧密することを含む。本発明の実施において、マトリックスを形成する金属粒子が非常に微細な金属粉末の形態にあることが好ましい。例えば-270メッシュ粉末（すなわち53ミクロン以下）、最も好ましくは-325メッシュ粉末（すなわち44ミクロン以下）が本発明の実施に適する。

【0006】本発明のこの観点の好ましい態様において、該方法はさらに、粉末混合物を圧力下に、金属粉末が融解し、金属をダイヤモンド粒子の間の空げき中へ流れさせるに足る温度に加熱し、次いで温度を下げてダイヤモンド粒子の周囲に金属マトリックスを凝固させることを含む。この複合材料は、ダイヤモンドが既知物質の最高熱伝導率を有するので、他の熱伝導性複合体に比べて明らかな改良を表わす。IIA型モノクリスタルダイヤモンドは室温で銅より5倍高い、また液体空気温度で銅より25倍高い熱伝導率を有する。金属マトリックス中のダイヤモンド粒子の包含は高伝導性ダイヤモンドマトリックスを通して電子装置の表面から去る熱のすぐれたかつ一層有効な移動を可能にする。

【0007】

【詳細な説明】本発明の高熱導電性複合材料は金属マトリックス及び約1~50 μm の粒径をもつダイヤモンド粒子を含む。複合体に選ばれるマトリックスは特別重要ではない。しかし、アルミニウム、銅、マグネシウム、銀及びそれらの合金は、それらの高い熱伝導率のために好ましい。

【0008】ダイヤモンド粒子は天然又は合成であることができる。IIA型ダイヤモンドは、それらが既知物質の最高熱伝導率を有するので好ましい。複合体中に使用されるダイヤモンドの粒径は複合体の正確な用途の関数であろう。粒径は1~50 μm 、好ましくは1~約40 μm の範囲内であることができ、殊に10~30 μm が好ましい。通常粒径は、複合材料中のダイヤモンドの非常*

試験温度、 $^{\circ}\text{C}$

75

125

-30~50 $^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における線熱膨張率(CTE)は自動記録膨張計測定法により3.8 ppm/ $^{\circ}\text{F}$ であると測定された。温度範囲-150~-150 $^{\circ}\text{C}$ におけるCTEは5.0 ppm/ $^{\circ}\text{F}$ であった。参照のための6061-0 Alの20 $^{\circ}\text{C}$ (68 $^{\circ}\text{F}$)における熱伝導率及びCTEはそれぞれ180 W/mK及び13.1 ppm/ $^{\circ}\text{F}$ であった。

【0011】実施例2

Al-13S合金のマトリックス中に40 vol% IIB型モノクリスタル合成ダイヤモンド(20 μm 粒子)を有する複合体を次の操作により作った。粉末混合物を4.5 ksiの圧力下に15分間560 $^{\circ}\text{C}$ (1040 $^{\circ}\text{F}$)に加熱

試験温度、 $^{\circ}\text{C}$

*に低い容積分率(すなわち5~10%)に対して範囲の下端(1~10 μm)に下げることができる。しかし、ヒートシンク又はサーマルパスとして高性能の複合体に対し、ダイヤモンドの容積分率は40~60容量%程度でできるだけ高くあるべきである。これらの場合に、ダイヤモンドの粒径は範囲の高端、例えば20~40 μm であるべきである。ダイヤモンド粒子の粒径は臨界的であると思われ、といし車、のこ刃及び他の切削工具に普遍に使用される50 μm より大きい大粒子ダイヤモンドは本発明の実施に適すると思われない。

【0009】ダイヤモンド粒子は金属マトリックス中にマトリックスを補強するに足る量存在すべきである。典型的には、ダイヤモンド粒子は5~80容量%、好ましくは10~60容量%の範囲内に存在し、殊に20~50容量%が好ましい。本発明の複合材料は普通の方法により製造できる。主に、典型的な製造法は、真空ホットプレス、鋳造及び爆発圧密による複合粉末混合物の圧密を含む粉末冶金法を使用する。他の製造法は、ここに参照される米国特許第3,912,500号中に記載されたようなダイヤモンド粉末のコンパクション及び生じた成形体の空げきに溶融金属を圧力下に浸入させることを含む。

【0010】以下に示す実施例は本発明をさらに説明するために意図され、単に例示のためである。

実施例1

20 μm の粒径をもつIIB型のモノクリスタル合成ダイヤモンド(電子工業用)を-325メッシュ6061 Al粉末と、40 vol%ダイヤモンド及び60 vol% 6061 Alの割合で混合した。粉末混合物を4.5 ksi圧下に596 $^{\circ}\text{C}$ (1105 $^{\circ}\text{F}$)で30分間真空ホットプレスした。完全に凝固した部材は直径5.0インチ、厚さ0.235インチであった。熱拡散率法による試験片の熱伝導率は次の結果を与えた:

熱伝導率、W/mK

226

234

することにより真空ホットプレスした。次いで加熱を604 $^{\circ}\text{C}$ (1120 $^{\circ}\text{F}$)まで続け、同時に圧力を徐々に大気圧に低下させた。温度を604 $^{\circ}\text{C}$ (1120 $^{\circ}\text{F}$)で15分間保持した。その温度で金属マトリックスは溶融状態にある。次いで温度を560 $^{\circ}\text{C}$ (1040 $^{\circ}\text{F}$)に下げ(金属マトリックスはもう溶融状態にない)、次いで圧力を4.5 ksiに上げた。複合体をこの条件に15分間さらし、次いで冷却した。完全に圧密された部材は直径5.0インチ、厚さ0.248インチであった。コールラウシュ法により測定した熱伝導率は次の結果を与えた:

熱伝導率、W/mK

5

31
75
126

ヤング率を2試験片の引張試験により測定すると28.2及び28.5msiの値を与えた。参照のためのアルミニウム合金のヤング率は典型的には約10msiである。-150~150℃の温度範囲にわたるCTEは3.9ppm/°Fであった。-60~130℃の範囲におけるCTEは4.5ppm/°Fであった。

【0012】本発明の複合材料は非常に良好な伝導率特性を有し、電子装置に対するヒートシンクとして使用できる。複合材料は既知操作により電子装置に適用又は結合できる。例えば、複合材料を該技術において知られる

6

235
236
240

適当な熱伝導性接着剤層の使用により電子装置に適用できる。本発明の好ましい態様の前記記載は例示及び説明のために提供された。本発明が記載し尽され、又はそれを開示した正確な形態に制限することは意図されず、明らかに多くの改変及び変更が前記開示から可能である。態様は、本発明の原理及びその実際の適用を最良に説明し、それにより当業者に本発明を種々の態様で意図される個々の使用に適するように種々改変して最良の利用を可能にするために選ばれ、記載された。本発明の範囲は特許請求の範囲により規定されるものとする。

フロントページの続き

(72)発明者 ジョセフ エフ ドロウイー ジュニア
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
91311 ウェスト ヒルズ レイエン ス
トリート 22072

(72)発明者 ブラッドリー エイ ウェツプ
アメリカ合衆国 ネヴァダ州 89117 ラ
ス ヴェガス ロザンナ ストリート
2875